

## ОТЗЫВ

официального оппонента Белозерова Ивана Павловича на диссертационную работу Колтырина Артура Николаевича на тему «Разработка вероятностно-статистических моделей для прогнозирования эффективности геолого-технических мероприятий на Батырбайском месторождении», представленную на соискание ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

### **1. Актуальность тематики диссертационного исследования**

Современный этап развития нефтедобывающей отрасли характеризуется ухудшением состояния ресурсной базы с увеличением доли трудноизвлекаемых запасов, приуроченных к сложно построенным карбонатным и терригенным породам-коллекторам. Для поддержания темпов добычи углеводородов проводятся различные геолого-технические мероприятия (ГТМ), позволяющие увеличивать темпы выработки запасов, и, как следствие, повышать рентабельность разработки месторождений.

Важным этапом планирования ГТМ является прогнозирование технологических показателей разработки. Существующие способы прогнозирования эффективности ГТМ, как правило, основаны на аналитических методах расчета удельной продуктивности окружающих скважин (скважин-аналогов) с привлечением возможностей машинного обучения. Указанные способы прогнозирования не всегда обеспечивают достаточную степень достоверности результатов, что подтверждается сопоставлением фактических и расчетных значений. Кроме того, использование «нейросетевых» методов не позволяет достаточно точно определить причины низкой достоверности прогнозных моделей в связи с их высокой сложностью и отсутствием «прозрачности» заложенных алгоритмов. В связи с этим актуальной задачей является разработка методики прогнозирования эффективности различных ГТМ (пропантного

гидравлического разрыва пласта (ГРП), радиального бурения (РБ), кислотных обработок (КО)), обеспечивающей высокую сходимость фактических и прогнозных данных. Соискатель отмечает, что наиболее перспективным инструментом анализа представляется использование вероятностно-статистических методов, главным достоинством которых является использование фактических геолого-промысловых данных. В связи с этим тематику диссертационного исследования соискателя Колтырина А.Н., направленную на повышение эффективности планирования ГТМ в карбонатных и терригенных объектах разработки посредством формирования новых подходов для обоснования геолого-технологических и технических параметров; прогнозирования результатов применения технологий, следует считать актуальной как для теории, так и для практики разработки нефтяных месторождений.

## **2. Степень обоснованности научных положений, выводов и рекомендаций, сформулированных в диссертации**

Обоснованность научных положений, выводов и рекомендаций подтверждается использованием значительного объема геолого-промысловых данных с корректным применением аналитических и статистических методов их обработки, высокой сходимостью фактических и прогнозируемых результатов, их воспроизводимостью, согласованностью с результатами научных работ отечественных и зарубежных исследователей.

Так, обоснование основных геолого-технологических и технических параметров применения технологии пропантного ГРП в карбонатных и терригенных породах-коллекторах и технологий радиального бурения и проведения кислотных обработок в карбонатных отложениях газонефтяного Батырбайского месторождения выполнено соискателем посредством анализа геолого-промысловых данных с построением вероятностно-статистических моделей. При разработке многомерных моделей для оценки эффективности проведения пропантного ГРП, радиального бурения и кислотных обработок

карбонатных и терригенных пород-коллекторов автор приводит статистические оценки и результаты верификации зависимостей на экзаменационной выборке данных (фактически проведенные мероприятия), подтверждающие высокую прогностическую способность заявленных моделей.

Цель диссертационного исследования следует считать достигнутой, выводы соответствуют поставленным задачам. Результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались автором на конференциях различного уровня, опубликованы в ведущих рецензируемых журналах, а также нашли практическое применение – Акт о внедрении комплексной методики прогноза эффективности геолого-технических мероприятий в филиале ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефти» в г. Перми.

### **3. Научная новизна диссертационного исследования**

Научная новизна выполненной работы состоит в следующем:

1) Соискателем разработаны индивидуальные вероятностно-статистические модели исходных параметров первого уровня для оценки эффективности проведения пропантного ГРП на тульском объекте разработки и пропантного ГРП, радиального бурения и кислотных обработок на верейском объекте разработки Батырбайского газонефтяного месторождения. Предложенные модели позволили сопоставить между собой параметры в едином безразмерном пространстве для оценки эффективности применения рассматриваемых технологий.

2) Автором разработаны комплексные вероятностно-статистические модели второго уровня, позволившие ранжировать геолого-технологические параметры по степени влияния на эффективность пропантного ГРП, радиального бурения и кислотных обработок и установить критерии их применения на верейском объекте разработки. На основе моделей построены прогнозные схемы приоритетного выбора скважин-кандидатов для проведения мероприятий, позволившие выявить зоны с индивидуальными

сочетаниями геолого-технологических параметров, обеспечивающих различную эффективность того или иного воздействия на пласт.

3) Автором выявлен площадной характер распространения эффективности ГТМ, что позволяет повысить качество подбора скважин-кандидатов для применения различных технологий. Соискателем разработана единая вероятностная модель, позволившая построить комплексную прогнозную схему приоритетного выбора скважин-кандидатов в рассматриваемых условиях Батырбайского газонефтяного месторождения.

#### **4. Значимость полученных автором результатов для науки и практики**

Теоретическая значимость работы заключается в выполненном пошаговом регрессионном и вероятностно-статистическом анализе значительного объема промысловых данных по фактически проведенным мероприятиям (пропантный ГРП, радиальное бурение и кислотные обработки) в карбонатных и терригенных породах-коллекторах Батырбайского газонефтяного месторождения с получением прогнозных статистических моделей, позволивших изучить вклад различных геолого-технологических и технических параметров в процесс формирования показателей эффективности. Данное исследование, несомненно, является теоретической основой для планирования различных геолого-технических мероприятий в карбонатных и терригенных объектах разработки, характеризующихся различными геолого-физическими характеристиками.

Практическая значимость диссертационного исследования обусловлена обоснованием конкретных геолого-технологических и технических параметров для проведения геолого-технических мероприятий в карбонатных и терригенных объектах разработки. Научные выводы и результаты диссертационного исследования используются при планировании различных геолого-технических мероприятий на нефтяных месторождениях Пермского края, что подтверждается Актом о внедрении комплексной методики

прогноза эффективности геолого-технических мероприятий в филиале ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефти» в г. Перми.

## **5. Оценка содержания диссертации, степени ее завершенности и качества оформления**

Диссертационная работа состоит из введения, четырех глав, основных выводов, списка литературы и приложения. Список литературы включает 175 наименований. Работа изложена на 165 страницах машинописного текста, содержит 70 таблиц, 94 рисунка.

Содержание автореферата соответствует основным положениям, выводам диссертации и опубликованным работам. Результаты и выводы диссертационной работы полностью отвечают поставленной цели и задачам научного исследования. Диссертационная работа Колтырина А.Н. на тему «Разработка вероятностно-статистических моделей для прогнозирования эффективности геолого-технических мероприятий на Батырбайском месторождении» является завершенной научно-квалификационной работой, а ее содержание соответствует заявленной научной специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

## **6. Замечания к работе**

К диссертационной работе имеются следующие замечания:

1. В диссертационной работе приводятся результаты разработки методики прогнозирования показателя среднесуточного прироста дебита нефти после проведения ГРП, РБ и КО. Однако, данный показатель слабо характеризует выработку скважин и ряд показателей разработки нефтяных месторождений. В расчетах также следует использовать показатель накопленной дополнительной добычи нефти от проведения геолого-технических мероприятий.

2. В главе 3 продемонстрированы прогнозные схемы эффективности проведения пропантного ГРП для верейского и тульского объектов

разработки, которые характеризуются зонами с высокой вероятностью получения значительных среднесуточных приростов дебитов нефти. При этом в данные зоны попадают скважины с обводненностью добываемой продукции более 50 %. Данные зоны могут характеризоваться низкими остаточными извлекаемыми запасами нефти, и проведение в них пропантного ГРП связано с рисками.

## **7. Заключение**

Несмотря на замечания, считаю, что диссертационная работа Колтырина Артура Николаевича на тему «Разработка вероятностно-статистических моделей для прогнозирования эффективности геолого-технических мероприятий на Батырбайском месторождении» является завершённой научно-квалификационной работой, в которой решена актуальная проблема разработки вероятностно-статистических моделей для прогнозирования эффективности различных геолого-технических мероприятий.

Представленная диссертационная работа соответствует требованиям раздела 2 «Порядка присуждения ученых степеней в ПНИПУ» федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Пермский национальный исследовательский политехнический университет», принятого на заседании Ученого совета ПНИПУ, протокол №3 от 25 ноября 2021 г. и утвержденного ректором ПНИПУ 09 декабря 2021 г., а ее автор, Колтырин Артур Николаевич, заслуживает присуждения ученой степени кандидата технических наук по специальности 2.8.4. Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

**Официальный оппонент,**  
кандидат технических наук по  
специальности 2.8.4. Разработка и  
эксплуатация нефтяных и газовых  
месторождений, заведующий  
лабораторией УПЛПИК ИТЦ АНГЛИ  
ФГАОУ ВО «Северный  
(Арктический) федеральный  
университет имени М.В. Ломоносова



Белозеров Иван Павлович  
«18» ноября 2023 г.

*Согласен на включение персональных данных в документы, связанные с  
работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.*

Контактные данные:

Почтовый адрес организации – места работы:

163002, г. Архангельск, набережная Северной Двины, дом 17

Телефон: +7-911-680-1678

E-mail: [i.belozеров@narfu.ru](mailto:i.belozеров@narfu.ru)

Подпись Белозерова И.П. заверяю:

Ученый секретарь САФУ

имени М.В. Ломоносова, доцент



/ Раменская Е.Б.